

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR04/003386

International filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2003-0094414
Filing date: 22 December 2003 (22.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

**This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.**

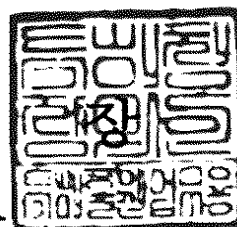
출 원 번 호 : 특허출원 2003년 제 0094414 호
Application Number 10-2003-0094414

출 원 년 월 일 : 2003년 12월 22일
Date of Application DEC 22, 2003

출 원 인 : 어댑티브플라즈마테크놀로지 주식회사
Applicant(s) ADAPTIVE PLASMA TECHNOLOGY CORPORATION

2005 년 2 월 3 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0015
【제출일자】	2003.12.22
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법 및 이를 위한 장비
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for seasoning semiconductor Apparatus of sensing plasma equipment
【출원인】	
【명칭】	어댑티브플라즈마테크놀로지 주식회사
【출원인 코드】	1-2002-025656-1
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인 코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-016880-3
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인 코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-016881-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송영수
【성명의 영문표기】	SONG,Yeong Su
【주민등록번호】	690125-1000913
【우편번호】	467-863
【주소】	경기도 이천시 부발읍 신하6리 신한아파트 101동 1205호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오상룡
【성명의 영문표기】	OH,Sang Ryong
【주민등록번호】	690322-1784216

【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 롯데아파트 946-1107
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김승기
【성명의 영문표기】	KIM,Sheung Ki
【주민등록번호】	610602-1482611
【우편번호】	463-902
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동(이매촌) 삼환아파트 1106동 1101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김남헌
【성명의 영문표기】	KIM,Nam Heon
【주민등록번호】	581116-1017933
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 벽적골 두산아파트 804-302
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	6 면 6,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	5 항 269,000 원
【합계】	304,000 원
【감면사유】	소기업 (70%감면)
【감면후 수수료】	91,200 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 소기업임을 증명하는 서류_1통

【요약서】

【요약】

플라즈마 장비를 시즌닝 (seasoning) 하는 방법 및 이를 위한 장비를 제공한다. 본 발명에 따른 시즌닝 방법은, 플라즈마 장비를 가동하여 플라즈마 공정을 수행하기 이전에 플라즈마 장비의 공정 챔버 내부에 존재하는 실리콘 산화물계 (SiO_x) 화학종과 불화탄소계 화합물 (CF_y)의 화학종의 광학 방사 세기들의 비를 측정하고, 측정된 세기 비의 값이 미리 실험적으로 설정된 정상 상태 범위 내인지 또는 정상 상태 범위에서 벗어나는 지를 판단한 후, 판단 결과에 따라 측정된 세기 비의 값이 정상 상태 범위 내로 전환되도록, 공정 챔버 내부에 플라즈마 공정에 사용될 반응 가스를 공급하되, 반응 가스의 성분 비를 변화시켜 세기 비가 변화하도록 하여, 공정 챔버 내부를 적절히 시즌닝한다.

【대표도】

도 1

【명세서】

【발명의 명칭】

플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법 및 이를 위한 장비{Method and apparatus for seasoning semiconductor Apparatus of sensing plasma equipment}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시즌닝 (seasoning) 하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 흐름도 (flow chart)이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법을 설명하기 위해서 플라즈마 식각 공정의 대상물의 예를 도시한 도면이다.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법에서 시즌닝 여부를 선택하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 그래프들이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법에 사용되는 장비 구성을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<5> 본 발명은 반도체 소자 제조에 사용되는 플라즈마 (plasma) 장비에 관한 것으로, 특히, 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법 및 이를 위한 장비에 관한 것이다.

<6> 현재, 반도체 소자 제조 공정에는 플라즈마를 사용하는 장비들의 사용이 빈번해지고 있다. 이러한 플라즈마 장비는 반도체 웨이퍼 상에 물질층을 증착하거나 또는 식각하는 데 이용되고 있다.

<7> 그런데, 이러한 플라즈마 장비를 가동하여 반도체 제조 공정, 예컨대, 증착 또는 식각 과정을 수행할 때, 공정 챔버가 일정 기간 이상의 유휴 시간(idle time)을 지난 후 공정을 진행할 경우 첫번째 웨이퍼 효과(first wafer effect)이라 일컬어지는 공정 불량 발생되는 경우가 있다. 특히, 식각 공정을 수행할 때 이러한 첫번째 웨이퍼 효과는 심각하게 나타나고 있다.

<8> 이러한 첫번째 웨이퍼 효과는, 일반적으로 식각율을 기준으로 고려할 때, 정상 상태(normal state)에 비해 높거나 또는 낮은 형태로 나타나고 있다. 따라서, 이러한 첫번째 웨이퍼 효과를 정상화하는 방법, 예컨대, 시즌닝(seasoning)하는 방법도 그에 따라 달라져야 한다. 그럼에도 불구하고, 이러한 시즌닝 방법을 구체적으로 정량화하거나 또는 표준화한 방법은 이제까지 보고되고 있지 않으며, 단지 이러한 첫번째 웨이퍼 효과가 발생한 웨이퍼를 불량 처리하는 하는 방법이 실제 양산 과정에서 적용되고 있다. 이에 따라, 생산 효율의 저하 등이 필연적으로 발생되고 있다.

<9> 특히, 플라즈마 장비의 챔버의 초기 제품 불량과는 별도로 지속적인 생산 중에도 유휴 시간은 수반되기 마련이므로, 지속적인 생산 중에도 챔버 상태를 계속 진단하여 소량 혹은 대량의 제품 생산 시에 이러한 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량 발생을 미연에 방지하는 것이 제품 불량에 대해 효과적으로 대처하는 데 유리하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<10> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 플라즈마 장비를 가동할 때 초기 가동 시 또는 유휴 시간을 거친 후 다시 가동할 때 초기 불량이 발생하는 것을 미연에 방지할 수 있는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법 및 이를 위한 장비 구성을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성】

<11> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 관점에 따른 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법은, 플라즈마 장비를 가동하여 플라즈마 공정을 수행하기 이전에 상기 플라즈마 장비의 공정 챔버 내부에 존재하는 실리콘 산화물계 (SiO_x) 화학종과 불화탄소계 화합물 (CF_y)의 화학종의 광학 방사 세기들의 비를 측정하는 단계와, 상기 측정된 세기 비의 값이 설정된 정상 상태 범위 내인지 또는 정상 상태 범위에서 벗어나는 지를 판단하는 단계, 및 상기 판단 결과에 따라 상기 측정된 세기 비의 값이 상기 정상 상태 범위 내로 전환되도록 상기 공정 챔버 내부에 상기 플라즈마 공정에 사용될 반응 가스를 공급하되 상기 반응 가스의 성분 비를 변화시켜 상기 세기 비가 변화하도록 하여 상기 공정 챔버 내부를 시즌닝 (seasoning) 하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<12> 여기서, 상기 광학 방사 세기들의 비를 측정하는 단계는 상기 공정 챔버 내부에 상기 플라즈마 공정에 사용될 상기 반응 가스를 공급하고 상기 반응 가스를 플라즈마화한 상태에서 광학 방사 측정에 의한 분광 분석을 수행하는 단계를 포함하여 수행될 수 있다.

<13> 상기 시준닝 단계는, 상기 측정된 세기 비 값이 상기 정상 상태 범위의 설정 상한 값보다 큰 값일 경우, 상기 반응 가스의 성분 중 상기 불화탄소계 화합물 (CF_Y)의 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분의 비를 상대적으로 증가시킨 제1반응 가스를 상기 공정 챔버로 공급하는 제1시준닝 단계, 및 상기 측정된 세기 비 값이 상기 정상 상태 범위의 설정 하한 값보다 작은 값일 경우, 상기 반응 가스의 성분 중 상기 실리콘 산화물계 (SiO_X) 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분의 비를 상대적으로 증가시킨 제2반응 가스를 상기 공정 챔버로 공급하는 제2시준닝 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<14> 이때, 상기 플라즈마 공정에서 사용될 상기 반응 가스는 사불화탄소 가스 (CF_4) 및 산소 가스 (O_2)를 포함하여 구성되고, 상기 제1시준닝 단계에서의 상기 불화탄소계 화합물 (CF_Y)의 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분은 상기 사불화탄소 가스 (CF_4)이고, 상기 제2시준닝 단계에서 상기 실리콘 산화물계 (SiO_X) 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분은 상기 산소 가스 (O_2)일 수 있다.

<15> 상기한 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법을 수행하도록 구성된 플라즈마 장비는, 플라즈마 공정을 수행하기 위한 공간을 제공하는 공정 챔버와, 상기 공정 챔버 상측에 플라즈마 발생을 위해 도입되는 플라즈마 발생 코일과, 상기 공정 챔버 벽에 설치되어 상기 공정 챔버 내부에 존재하는 화학종들을 분광 분석하는 광학 방사 분광 분석기와, 상기 광학 방사 분광 분석기에 의해 수집 분광 분석된 결과들로부터 실리콘 산화물계 (SiO_X) 화학종과 불화탄소계 화합물 (CF_Y)의 화학종의 광학 방사 세기들의 비를 계산하고 계산된 세기 비의 값을 설정된 설정된 정상 상태 범위와 비교하여

상기 공정 챔버의 시즌닝 여부 및 시즌닝 종류를 판단하는 세기 비의 값 계산부, 및 상기 세기 비의 값 계산부의 판단에 따라 상기 시즌닝에 요구되는 반응 가스가 상기 공정 챔버로 제공되도록 상기 반응 가스의 공급을 제어하는 주 제어부를 포함하여 구성될 수 있다.

<16> 본 발명에 따르면, 플라즈마 장비를 가동할 때 초기 가동 시 또는 유틸 시간을 거친 후 다시 가동할 때 초기 불량이 발생하는 것을 미연에 방지할 수 있는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법을 제공할 수 있다. 또한, 이러한 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법은 플라즈마 장비를 가동하는 중에도 플라즈마 장비의 공정 챔버 내부 상태를 점검 또는 진단할 수 있다.

<17> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<18> 본 발명의 실시예에서는, 반도체 소자 제조를 위해서 플라즈마 공정, 예컨대, 증착 또는 식각 공정을 수행하는 플라즈마 장비가 소정 시간 유틸 시간을 거친 후에 재가동할 때, 재가동을 위해 웨이퍼를 공정 챔버 내에 반입하기 이전에 공정 챔버로 반응 가스를 공급하고 플라즈마를 발생시킨 상태에서 챔버 내의 상태를 진단함으로써, 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량 발생을 미연에 방지하는 바를 제시한다.

<19> 챔버 내의 상태를 효과적으로 진단하기 위해서 본 발명의 실시예에서는 진단을 위한 측정 변수로서, 챔버 내의 플라즈마 등의 환경을 분광 분석한 결과에서 실리콘 산화물 (SiO_x)에 대한 방사 세기 (intensity of emission)와 불화탄소 화합물 (CF_y)의 방사 세기의 비를 이용하는 바를 제시한다. 이러한 세기 비 (즉, 실리콘 산화물 (SiO

\bar{x})에 대한 방사 세기/불화탄소 화합물(CF_y)의 방사 세기)를 측정 변수 K로 설정하는 바를 제시한다.

<20>

또한, 이러한 측정 변수 K가 미리 설정한 정상 상태의 범위, 예컨대, 설정 상한 값 KU와 설정 하한값 KL의 사이 범위에 해당하는 지 아닌 지를 비교하여, 이러한 정상 상태 범위 내이면 실제 웨이퍼를 챔버로 반입하여 공정을 수행하고, 이러한 범위에 해당되지 않을 경우 챔버 내의 환경을 시준닝하는 단계를 수행하는 바를 제시한다. 시준닝은 두 가지로 대별하여 구분되게 수행하는 데, 이는 측정 변수 K 값이 설정 상한 값 KU 보다 큰 경우에 수행하는 제1시준닝과 측정 변수 K 값이 설정 하한값 KL 보다 작은 경우에 수행하는 제2시준닝으로 대별될 수 있다. 이러한 시준닝으로 측정 변수 K값이 정상 범위 내로 변경되는 것을 확인한 후, 챔버에 웨이퍼를 반입하고 실제 플라즈마 공정을 수행하는 바를 본 발명의 실시예에서는 주되게 제시한다.

<21>

또한, 본 발명의 실시예에서는 이러한 측정 변수 K를 플라즈마 장비의 가동 중에 효과적으로 측정하고 또한 그에 따라 요구되는 시준닝을 각 상황에 따라 수행하도록 구성된 플라즈마 장비를 제시한다. 이러한 플라즈마 장비의 구성은 챔버 상태를 지속적으로 진단하여 소량 혹은 대량 제품 불량을 예방하는 데 유효하다.

<22>

한편, 유희 시간 이후의 플라즈마 장비를 가동할 때 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량은, 실질적으로 플라즈마를 이용한 식각 공정에서 보다 심각하고 치명적이므로 본 발명의 실시예는 이를 예로 들어 설명한다. 그리고, 본 발명의 실시예는 플라즈마 장비가 정상적으로 가동되다가 일정 시간 유희 시간을 거친 후에 재가동될 때 발생하는 가동 초기 불량률의 경우를 실례로 들어 설명하지만, 실제 플라즈마 장비

가 가동될 때 지속적으로 챔버의 상태를 점검하고 진단하거나 또는 플라즈마 장비를 최초로 가동할 때에 챔버 상태를 점검하고 진단할 때에도 유효하게 이용될 수 있다.

<23> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 흐름도 (flow chart)이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법을 설명하기 위해서 플라즈마 식각 공정의 대상물의 예를 도시한 도면이다. 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법에서 시준닝 여부를 선택하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 그래프들이다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법에 사용되는 장비 구성을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 도면이다.

<24> 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비를 시준닝하는 방법은 플라즈마 장비를 가동하다 그 가동 소정 시간의 유틸 시간동안 중단한 후 다시 가동할 때 실질적으로 유효하다. 그럼에도 불구하고, 플라즈마 장비의 초기 가동이나 가동 중에 챔버 내의 환경 상태를 점검 또는 진단하는 데에도 유효하나, 설명의 명확성을 위해서 소정의 유틸 시간 이후에 플라즈마 장비로 플라즈마 공정, 예컨대, 플라즈마를 이용한 식각 공정을 수행하는 경우를 예로 들어 설명한다.

<25> 이때, 이러한 유틸 시간은 실제 플라즈마 공정이 수행되는 챔버 내의 진공도를 유지한 채로 단지 반응 가스의 제공 및 플라즈마화를 위한 RF (Radio Frequency)의 인가 등을 하지 않은 상태로 플라즈마 장비를 유지시키는 시간을 의미한다. 또한 플라즈마 공정은 증착이나 식각 공정을 의미할 수 있는 데, 설명의 명확성을 도모하기 위해서, 실질적으로 유틸 시간 이후 가동에서 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 불량이 심각한 플라즈마를 이용하는 식각 공정을 예로 들어 본 발명의 실시예를 설명한다.

- <26> 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 장비의 챔버 내부 환경을 시준닝하는 방법은, 먼저, 도 1에 제시된 바와 같이 챔버 비가동 시간인 유틸 시간 t (chamber idle time)가 미리 설정한 기준 시간 t_D (reference time) 이상인지의 여부를 판단한다 (도 1의 100).
- <27> 유틸 시간 t 는 플라즈마 장비의 챔버에 웨이퍼에 대한 플라즈마 공정이 수행되지 않는 비가동 시간으로 용이하게 측정된다. 기준 시간 t_D 는 실험적으로 측정되는데, 결국, 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량 발생되지 않는 최대 시간을 의미한다. 따라서, 기준 시간 t_D 는 플라즈마 공정에 따라 그리고 플라즈마 장비에 따라 달라질 수 있으므로, 이러한 기준 시간 t_D 는 플라즈마 장비 또는 플라즈마 공정별로 실험적으로 설정된다.
- <28> 이와 같이 유틸 시간 t 가 기준 시간 t_D 와 비교하여 기준 시간 t_D 내이면 플라즈마 장비의 챔버 시준닝 과정은 생략될 수 있다. 이는 생산 효율 측면에 유리한 점을 제공한다. 따라서, 유틸 시간 t 가 기준 시간 t_D 와 비교하여 기준 시간 t_D 보다 큰 긴 시간이면 본 발명의 실시예에 따른 시준닝 과정을 수행한다.
- <29> 유틸 시간 t 가 기준 시간 t_D 와 비교하여 기준 시간 t_D 보다 큰 긴 시간이어서 챔버의 시준닝이 요구되면, 플라즈마 장비의 챔버 내의 현재 상태의 측정 변수 K 값을 측정한다 (도 1의 200).
- <30> 측정 변수 K 값을 얻는 것은 현재의 챔버 상태를 점검 또는 진단하기 위한 것이다. 따라서, 현재 플라즈마 장비의 챔버 내의 환경 상태를 측정하여 이러한 측정 결과로부터 K 값을 측정한다. 이러한 측정 변수 K 값은 플라즈마 공정에 중대한 영향을 미치는 챔버 내의 화학종의 성분 분석을 통해서 측정된다.

<31> 예를 들어, 플라즈마 장비에서 수행되는 플라즈마 공정이 물질층의 패터닝을 위한 식각 과정일 경우, 이러한 식각 과정에서 중요한 영향을 미치는 화학종 성분으로, 전형적인 반도체 소자 제조 과정에서는, 식각 반응에 직접적으로 참여하거나 또는 식각 반응에 의한 부산물을 구성하는 주요 성분일 수 있는 불화탄소 화합물 (CF_X) 과 실리콘 산화물 (SiO_Y) 을 선별할 수 있다.

<32> 즉, 도 2에 제시된 바와 같이 플라즈마 공정이, 웨이퍼 상의 실리콘 산화물층인 하부 물질층 (510), 대략 $60\text{\AA}/200\text{\AA}$ 두께의 티타늄/티타늄 질화물 (Ti/TiN) 층 (520), 그 상의 장벽층으로서의 대략 200\AA 두께의 티타늄 질화물층 (530), 대략 900\AA 두께의 텅스텐 (W) 층 (540), 대략 2300\AA 두께의 하드 마스크 (hard mask)로서의 실리콘 질화물 (SiN) 층 (550), 반사 방지층 (ARC) 으로서의 대략 1000\AA 두께의 실리콘 산질화물 ($SiON$) 층 (560), 대략 600\AA 두께의 유기 바닥 반사 방지층 (OARC) 층 (570) 및 그 상의 포토레지스트 패턴 (580)의 대상물을 패터닝하는 식각 공정일 경우, 이러한 식각 공정에 영향을 미칠 수 있는 공정 챔버 내의 화학종들은 불화탄소 화합물 (CF_X) 과 실리콘 산화물 (SiO_Y) 로 선별할 수 있다.

<33> 불화탄소 화합물 (CF_X) 과 실리콘 산화물 (SiO_Y) 을 선별하는 것은 실제 챔버 내에서 분석되는 화학종의 성분은 매우 다양하여 모든 성분을 고려하기는 매우 어렵고 또한 비효율적이며, 더욱이 실제 플라즈마 공정에 영향을 미치는 정도가 다르기 때문이다. 따라서, 플라즈마 공정에 직접 참여하거나 또는 부산물로서 챔버 내벽에 흡착된 폴리머 (polymer) 등을 이루는 주요 성분으로서 상기한 불화탄소 화합물 (CF_X) 과 실리콘 산화물 (SiO_Y) 을 측정 변수 K값을 얻는 대상으로 선정한다.

<34> 본 발명의 실시예에서는 측정 변수 K값을, 챔버 내의 플라즈마 등의 환경을 분광 분석한 결과에서 실리콘 산화물 (SiO_x)에 대한 방사 세기(intensity of emission)와 불화탄소 화합물 (CF_y)의 방사 세기의 비로서, 즉, 실리콘 산화물 (SiO_x)에 대한 방사 세기/불화탄소 화합물 (CF_y)의 방사 세기로서 설정한다. 이러한 측정 변수 K값의 설정은 실험적으로 플라즈마 공정에 대한 챔버 내부 환경을 평가하는 데 매우 적절한 것으로 판단된다.

<35> 이와 같은 측정 변수 K값을 측정하기 위해서는 우선적으로 챔버 내부 환경을 분광 분석한 결과를 먼저 얻어야 한다. 이를 위해서, 도 4에 제시된 바와 같이 플라즈마 장비의 구성을 챔버 내부에 존재하는 화학종들의 성분을 분석할 수 있도록 구성한다. 따라서, 우선적으로 챔버 내부에 존재하는 화학종들의 성분을 실시간으로 분석할 수 있는 구성에 대해서 먼저 설명한다.

<36> 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 사용되는 플라즈마 장비는 웨이퍼가 플라즈마 공정, 예컨대, 플라즈마 식각 과정을 수행받을 외부와 차단된 공간을 제공하는 공정 챔버 (610)를 기본적으로 포함하여 구성된다. 공정 챔버 (610) 내의 공간 아래쪽에는 웨이퍼가 장착되는 웨이퍼 지지부 (650)가 도입되고, 도시되지는 않았으나, 이러한 웨이퍼 지지부 (650)에는 웨이퍼에 바이어스 파워(bias power)를 인가할 바이어스 파워부가 전기적으로 연결될 수 있다. 이러한 웨이퍼 지지부 (650)는 반도체 제조 장비에 일반적인 정전척 (ESC)으로 구성될 수 있다.

<37> 공정 챔버 (610)의 상측에는 돔 (dome:640)이 설치되어 공정 챔버 (610)를 밀폐하게 되고, 이러한 돔 (600) 상측에는 플라즈마 발생을 위한 전자기장을 제공하는 플라즈마 발생 코일 (coil) (620)이 도입된다. 이러한 플라즈마 발생 코일 (620)은 다양한

형태로 제작될 수 있으며, 이러한 플라즈마 발생 코일 (620)에 소스 파워 (source power)로 RF 파워를 인가하기 위한 소스 파워부 (630)가 전기적으로 연결된다.

<38> 공정 챔버 (610)의 벽면에는 공정 챔버 (610) 내부 공간에 존재하는 화학종을 광학적인 분석 도구로 분석하기 위한 뷰포트 (view port:660)가 설치된다. 이러한 뷰포트 (660)는 공정 챔버 (610) 내부에서 발생하는 광을 수집하는 통로로 이용된다. 뷰포트 (660)에 의해 수집된 광학적 정보는 뷰포트 (660)에 연결된 광학적 성분 분석부 (670)로 전달된다. 광학적 성분 분석부 (670)는 공정 챔버 (610) 내부에서 발생된 광을 수집하여 분석함으로써 공정 챔버 (610) 내부에 존재하는 화학종의 성분을 분석하게 된다.

<39> 이러한 광학적 성분 분석부 (670)는 광학 방사 분광 분석기 (OES: Optical Emission Spectroscopy)로서 구성될 수 있다. OES 방식은 화학적 반응에서 새로이 생성되는 부산물을 계측하거나 또는 외부 광원을 조사하여 그 반사되는 강도를 계측하는 데 이용되는 데, 본 발명의 실시예에는 공정 챔버 (610) 내부에 존재하는 부산물 또는 화학종 등의 성분을 분석하는 역할을 한다. OES는 다중 채널 (multi channel)의 전하촬상소자 (CCD: Charge Coupled Device)와 이로부터 얻어진 광신호 정보를 분석하는 분석부를 포함하여 구성되어, 실시간으로 분광 분석을 수행하는 데 장점을 가지고 있다.

<40> 이러한 OES로서 구성되는 광학적 성분 분석부 (670)는 본 발명의 실시예에서는 측정 변수 K값을 얻기 위한 성분 분석 결과를 제공하는 데 이용될 뿐만 아니라 또한 웨이퍼 상에 플라즈마 공정할 때 종료점 검출 (EPD: End Point Detecting)에도 이용될 수 있다.

<41> OES로서 구성되는 광학적 성분 분석부 (670)에서 얻어진 성분 분석 결과는 화학 종에 따른 방사 세기 (emission intensity)로서 얻어지는 데, 이러한 결과는 K값 계산부 (680)에 전달된다. K값 계산부 (680)는 성분 분석 결과들로부터 실리콘 산화물 (SiO_x)에 대한 방사 세기와 불화탄소 화합물 (CF_y)의 방사 세기의 데이터 (data)를 샘플링 (sampling)하고 이로부터 측정 변수인 K값을 계산한다.

<42> K값 계산부 (680)는, 이후에 상세히 설명하지만, 이러한 측정 계산된 K값을 설정 상한값인 KU와 설정 하한값인 KL과 비교하여 그 결과를 주 제어부 (690)에 전달하게 된다. 주 제어부 (690)는 이러한 비교에 따른 결과에 적절한 시준닝 단계를 선택하여 가스 공급부 (700)를 제어하여 챔버 (610)로의 반응 가스 공급을 적절한 시준닝 과정에 맞게 수행하게 된다. 가스 공급부는 반응 가스 소스와 공급되는 반응 가스의 흐름을 제어하기 위한 제어 밸브, 예컨대, MFC (Mass Flow Controller)를 포함하여 구성된다.

<43> 플라즈마 장비의 챔버 내에 플라즈마 공정을 수행할 때 요구되는 반응 가스를 공급하며 또한 플라즈마 발생 코일 (620)에 소스 파워를 제공하여 플라즈마 (601)를 발생시킨 상태에서, 측정 변수 K값을 측정하기 위해 분광 분석을 수행한다. 이러한 경우, 반응 가스로부터 여기되는 플라즈마 내의 화학종과, 이러한 플라즈마와 챔버 (610)의 내벽에 흡착되어 존재하는 폴리머 등과 같은 이전 플라즈마 공정의 부산물이 반응하여 발생하는 화학종들이 모두 분광 분석 결과에 반영된다. 실제 플라즈마 공정에서 플라즈마와 폴리머 등과의 반응이 수반되므로, 이러한 실제 플라즈마 공정에 최대한 유사한 조건에서 분광 분석 결과를 수집한다. 이때, 챔버 (610) 내로 웨이퍼를 도입하지 않을 수 있다. 이는 불필요한 웨이퍼의 소모를 방지하기 위해서이다.

<44> 도 1을 다시 참조하면, 이와 같이 측정 및 계산된 측정 변수 K값을 설정 상한값인 KU와 설정 하한값인 KL과 비교하여, 시즌닝이 필요한지의 여부 및 필요하면 어떤 시즌닝이 적절한지를 결정한다 (300, 400).

<45> 구체적으로, 측정 변수 K값을 미리 설정한 설정 상한 값 KU값 및 설정 하한 값 KL과 비교한다. 이때, 설정 상한 값 KU 및 설정 하한 값 KL값은 실험적으로 결정된다. 즉, 플라즈마 공정을 수행했을 때, 첫번째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량 발생하지 않는 K값 범위를 실험적으로 측정하여, 그 상한 값을 설정 상한 값 KU로 설정하고 그 하한 값을 설정 하한 값 KL로 설정한다. 이러한 가동 초기 불량 발생하지 않는 K값의 범위는 결국 플라즈마 공정이 정상 상태로 수행될 때 측정될 수 있는 K값의 범위를 의미하게 된다.

<46> 따라서, 앞서 측정된 K값이 도 3a에 제시된 바와 같이 이러한 정상 상태의 K값의 범위 내에 있는 것으로 판단되면, 시즌닝 과정들을 수행될 필요가 없다. 그러나, 측정된 K값이 도 3b 및 도 3c에 제시된 바와 같이 정상 상태의 K값의 범위를 벗어나면 그에 따라 적절한 시즌닝 과정을 수행하여 K값이 정상 상태의 K값의 범위 내로 전환되도록 유도하여야 한다.

<47> 즉, 측정된 K값이 설정 상한 KU값 보다 크면, 도 3b에 제시된 바와 같이 정상 상태의 K값의 범위의 상한을 넘는 것이므로, 이를 정상 상태의 K 범위 내로 되돌리도록 제1시즌닝을 수행한다 (도 1의 310). 측정된 측정 변수 K값이 설정 상한 KU값 이상이라는 것은 결국 공정 챔버 (도 4의 610) 내의 환경이 요구되는 비율 수준 이상으로 실리콘 산화물 (SiO_x)의 성분이 많다는 것을 의미한다. 따라서, 제1시즌닝 (310)은 이

러한 실리콘 산화물 (SiO_x)의 성분의 비를 낮추는, 결국, K값을 결정하는 다른 요소인 불화탄소 화합물 (CF_Y)의 성분의 비를 높이도록 구성된다.

<48> 예를 들어, 제1시즌닝 (310)은 분광 분석의 결과에서 불화탄소 화합물 (CF_Y)의 방사 세기가 높아지도록, 이러한 불화탄소 화합물 (CF_Y)을 제공할 수 있는 성분의 반응 가스를 공정 챔버 (도 4의 610) 내로 더 공급한다. 예를 들어, 플라즈마 공정에 사용될 반응 가스, 예컨대, 식각 가스가 사불화탄소 가스 (CF_4)와 같은 불화 탄소계 가스 (CF_Y)와 산소 가스 (O_2)를 포함하여 구성된다면, 제1시즌닝 (310) 과정은 공정 챔버 (610) 내에 사불화탄소 가스 (CF_4) / 산소 가스 (O_2)의 비를 정상 상태보다, 즉, 식각 가스로서의 정상 상태의 비율보다 상대적으로 높여 공급함으로써 이루어진다.

<49> 이와 같이 제1시즌닝 (310)을 수행한 후, 다시 측정 변수인 K값을 분광 분석 등으로 측정 및 계산하여, 정상 상태의 K값 범위 내인지를 판단한다. 만일, 여전히 측정된 K값이 설정 상한인 KU값에 비해 높다면, 제1시즌닝 (310) 과정을 도 1에 제시된 바와 같이 측정되는 K값이 정상 상태의 K값 범위 내로 변환될 때까지 반복한다. 만일, 다시 측정된 K값이 설정 상한인 KU값에 비해 낮다면 다음 단계로 넘어간다.

<50> 제1시즌닝 (310)을 수행한 후 측정되거나 애초에 측정된 K값이 설정 상한인 KU값에 비해 낮다면, 이러한 측정된 K값을 설정 하한인 KL값과 비교한다 (도 1의 400). 만일, 측정된 K값이 설정 하한인 KL값 보다 낮다면, 도 3c에 제시된 바와 같이 정상 상태의 K값의 범위의 하한을 넘는 것이므로, 이를 정상 상태의 K 범위 내로 되돌리도록 제2시즌닝을 수행한다 (도 1의 410). 측정된 측정 변수 K값이 설정 하한 KL값 이하이라는 것은 결국 공정 챔버 (도 4의 610) 내의 환경이 요구되는 비율 수준 이하로 불화탄소 화합물 (CF

y)의 성분이 많다는 것을 의미한다. 따라서, 제2시즌닝 (410)은 이러한 불화탄소 화합물 (CF_y)의 성분의 비를 낮추는, 결국, K값을 결정하는 다른 요소인 실리콘 산화물 (SiO_x)의 성분의 비를 높이도록 구성된다.

<51>

예를 들어, 제2시즌닝 (410)은 분광 분석의 결과에서 실리콘 산화물 (SiO_x)의 성분의 방사 세기가 상대적으로 높아지도록, 이러한 실리콘 산화물 (SiO_x)의 성분의 방사 세기를 증가시킬 수 있는 성분의 반응 가스를 공정 챔버 (도 4의 610) 내로 더 공급한다. 예를 들어, 플라즈마 공정에 사용될 반응 가스, 예컨대, 식각 가스가 사불화탄소 가스 (CF_4)와 같은 불화 탄소계 가스 (CF_y)와 산소 가스 (O_2)를 포함하여 구성된다면, 제1시즌닝 (310) 과정은 공정 챔버 (610) 내에 사불화탄소 가스 (CF_4) / 산소 가스 (O_2)의 비를 정상 상태 보다 상대적으로 낮춰 공급함으로써 이루어진다.

<52>

이와 같이 제2시즌닝 (410)을 수행한 후, 다시 측정 변수인 K값을 분광 분석 등으로 측정 및 계산하여, 정상 상태의 K값 범위 내인지를 판단한다. 만일, 여전히 측정된 K값이 설정 하한인 KL값에 비해 낮다면, 제2시즌닝 (410) 과정을 도 1에 제시된 바와 같이 측정되는 K값이 정상 상태의 K값 범위 내로 변환될 때까지 반복한다. 이때, 앞서의 다시 측정된 K값이 설정 상한 KU값보다 크다면 앞선 제1시즌닝 (310) 등의 과정이 먼저 더 수행된다.

<53>

따라서, 결과적으로 최종 측정된 K값이 설정 범위인 설정 상한 KU값과 설정 하한 KL값 사이에 오면 시즌닝 과정을 종료한다.

<54> 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능한 것으로 이해되어야 함이 명백하다.

【발명의 효과】

<55> 상술한 바와 같은 본 발명에 따르면, 기존 플라즈마 장비에서 최소한의 투자로 첫째 웨이퍼 효과와 같은 가동 초기 불량 발생을 효과적으로 방지할 수 있어, 반도체 소자 제조 원가 절감을 구현할 수 있다. 또한, 이러한 플라즈마 장비 유휴 시간 이후 재 가동 전에 시준닝의 필요 여부를 판단하고 또한 적절한 시준닝을 수행할 수 있다. 이러한 시준닝의 수행 및 시준닝의 필요 여부를 판단하는 시스템의 구성이 간단하여, 이러한 시준닝 시스템을 플라즈마 장비에 용이하게 설치할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

플라즈마 장비를 가동하여 플라즈마 공정을 수행하기 이전에 상기 플라즈마 장비의 공정 챔버 내부에 존재하는 실리콘 산화물계 (SiO_x) 화학종과 불화탄소계 화합물 (CF_y)의 화학종의 광학 방사 세기들의 비를 측정하는 단계;

상기 측정된 세기 비의 값이 설정된 정상 상태 범위 내인지 또는 정상 상태 범위에서 벗어나는 지를 판단하는 단계; 및

상기 판단 결과에 따라 상기 측정된 세기 비의 값이 상기 정상 상태 범위 내로 전환되도록 상기 공정 챔버 내부에 상기 플라즈마 공정에 사용될 반응 가스를 공급하되 상기 반응 가스의 성분 비를 변화시켜 상기 세기 비가 변화하도록 하여 상기 공정 챔버 내부를 시즌닝 (seasoning)하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 광학 방사 세기들의 비를 측정하는 단계는 상기 공정 챔버 내부에 상기 플라즈마 공정에 사용될 상기 반응 가스를 공급하고 상기 반응 가스를 플라즈마화한 상태에서 광학 방사 측정에 의한 분광 분석을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 시즌닝 단계는

상기 측정된 세기 비 값이 상기 정상 상태 범위의 설정 상한 값보다 큰 값일 경우

상기 반응 가스의 성분 중 상기 불화탄소계 화합물 (CF_Y)의 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분의 비를 상대적으로 증가시킨 제1반응 가스를 상기 공정 챔버로 공급하는 제1시즌닝 단계; 및

상기 측정된 세기 비 값이 상기 정상 상태 범위의 설정 하한 값보다 작은 값일 경우

상기 반응 가스의 성분 중 상기 실리콘 산화물계 (SiO_X) 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분의 비를 상대적으로 증가시킨 제2반응 가스를 상기 공정 챔버로 공급하는 제1시즌닝 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 플라즈마 공정에서 사용될 상기 반응 가스는 사불화탄소 가스 (CF_4) 및 산소 가스 (O_2)를 포함하여 구성되고,

상기 제1시즌닝 단계에서의 상기 불화탄소계 화합물 (CF_Y)의 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분은 상기 사불화탄소 가스 (CF_4)이고,

상기 제2시즌닝 단계에서 상기 실리콘 산화물계 (SiO_x) 화학종의 광학 방사 세기를 증가시키는 데 기여할 수 있는 성분은 상기 산소 가스 (O_2) 인 것을 특징으로 하는 플라즈마 장비를 시즌닝하는 방법.

【청구항 5】

플라즈마 공정을 수행하기 위한 공간을 제공하는 공정 챔버;

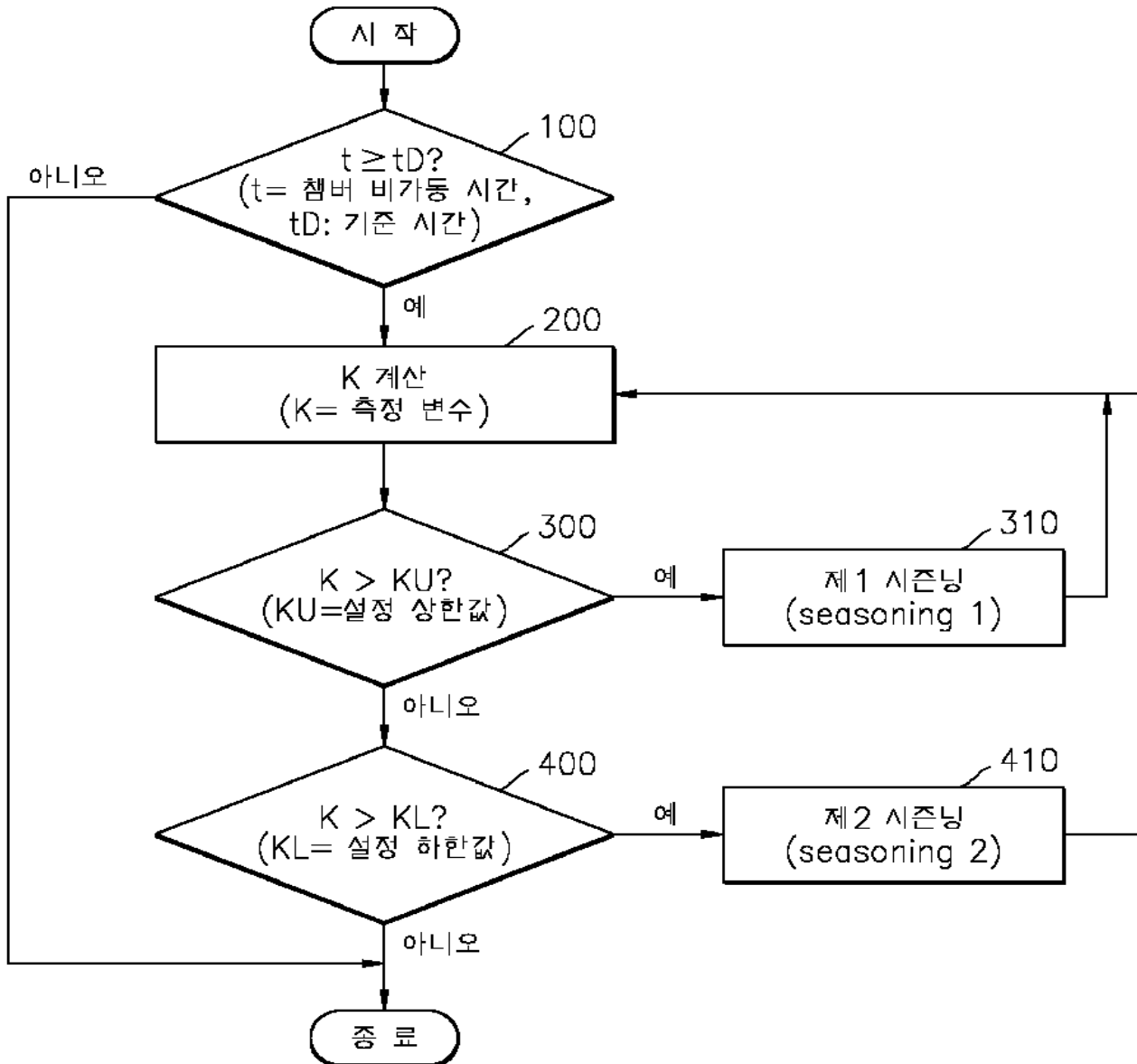
상기 공정 챔버 상측에 플라즈마 발생을 위해 도입되는 플라즈마 발생 코일;

상기 공정 챔버 벽에 설치되어 상기 공정 챔버 내부에 존재하는 화학종들을 분광 분석하는 광학 방사 분광 분석기;

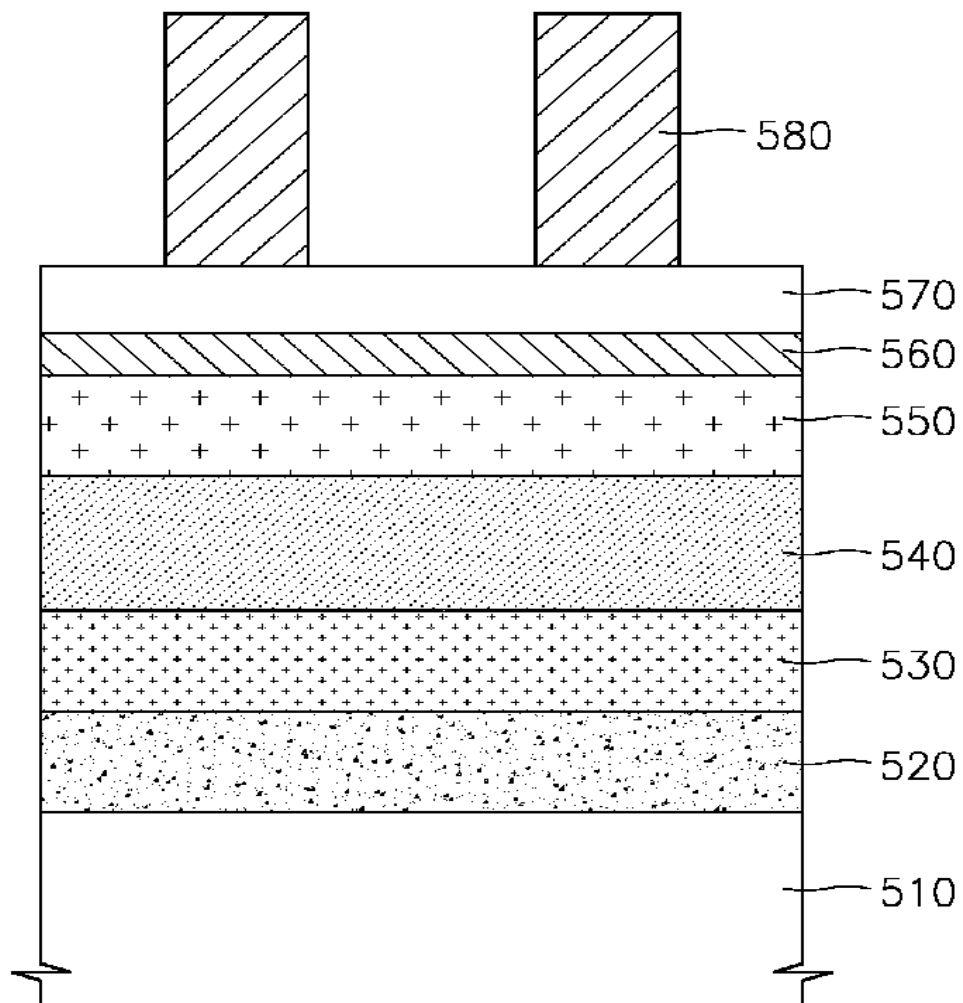
상기 광학 방사 분광 분석기에 의해 수집 분광 분석된 결과들로부터 실리콘 산화물계 (SiO_x) 화학종과 불화탄소계 화합물 (CF_y)의 화학종의 광학 방사 세기들의 비를 계산하고 계산된 세기 비의 값을 설정된 설정된 정상 상태 범위와 비교하여 상기 공정 챔버의 시즌닝 여부 및 시즌닝 종류를 판단하는 세기 비의 값 계산부; 및

상기 세기 비의 값 계산부의 판단에 따라 상기 시즌닝에 요구되는 반응 가스가 상기 공정 챔버로 제공되도록 상기 반응 가스의 공급을 제어하는 주 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 장비.

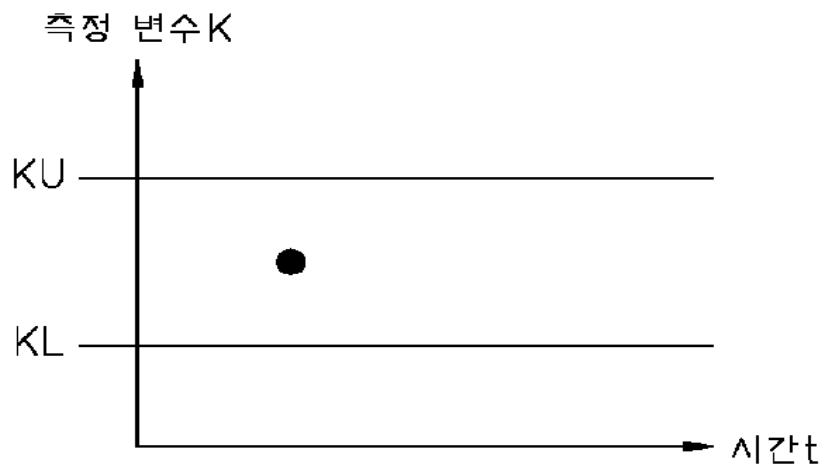
【도 1】



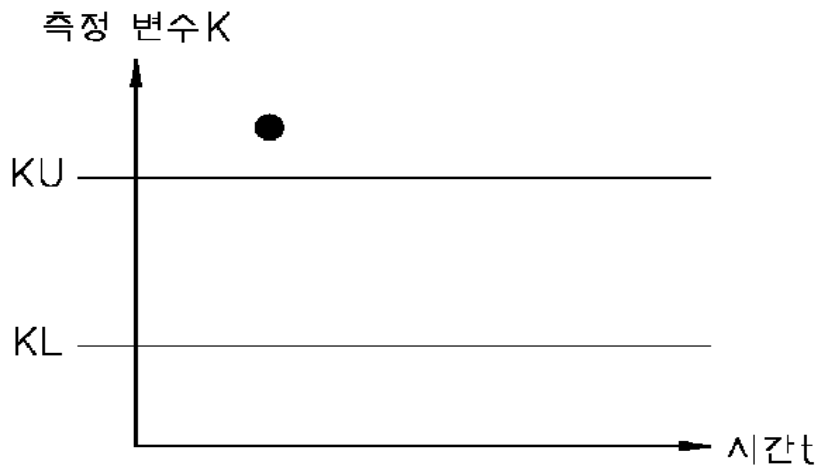
【도 2】



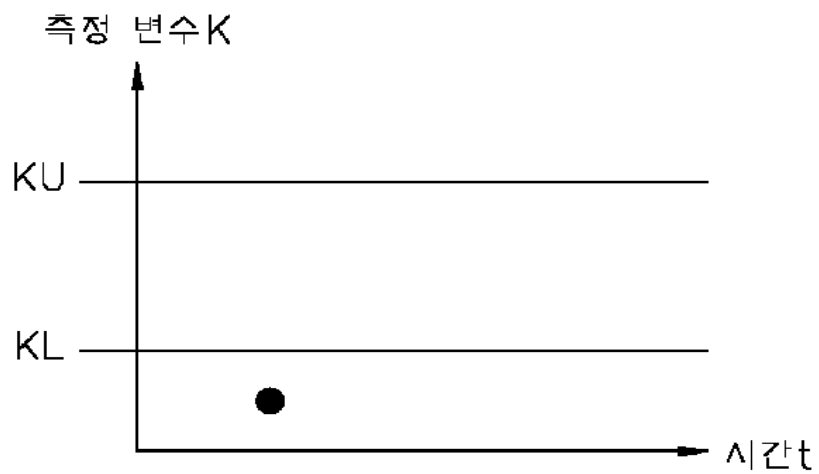
【도 3a】



【도 3b】



【도 3c】



【도 4】

